تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد پانزدهم، شماره سوم، پائیز ۱۴۰۱

http://dx.doi.org/10.22077/escs.2021.4059.1960

مقاله پژوهشی

اثر محدودیت منابع فتوسنتزی بر عملکرد دانه و سایر خصوصیات زراعی ارقام و لاین‌های پیشرفته جو تحت شرایط کم‌آبی

رقیه فاطمی[۱]، مهرداد یارنیا[۲*]، سلیمان محمدی[۳]، ابراهیم خلیل‌وند[۲]، بهرام میرشکاری[۲]

۱. دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
۲. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
۳. دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

مشخصات مقاله

واژه‌های کلیدی:
برگ پرچم
تنش خشکی
سنبله
عملکرد دانه

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹/۱۰/۲۹

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۰/۰۶/۰۶

تاریخ انتشار:
پائیز ۱۴۰۱

۵۹۳-۵۸۱ :(۳)۱۵

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محدودیت منابع فتوسنتزی و تنش کم‌آبی بر عملکرد دانه و سایر خصوصیات زراعی ارقام و لاین های پیشرفته جو آزمایشی در سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب انجام شد. در این تحقیق ۱۲ رقم و لاین جو در پنج تیمار محدودیت منبع (شاهد (بدون محدودیت)، حذف برگ‌های زیر برگ پرچم، برگ پرچم، نصف سنبله و پوشش سنبله) در دو شرایط آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی با سه تکرار ارزیابی شدند. مقایسه میانگین تیمارهای اثر متقابل ژنوتیپ در محدودیت منبع نشان داد اغلب ژنوتیپ‌های موردبررسی در شرایط آبیاری نرمال، کمترین عملکرد دانه را در تیمارهای محدودیت حذف برگ پرچم، حذف نصف سنبله و پوشش سنبله نشان دادند، درحالی‌که تحت شرایط تنش کم‌آبی کمترین عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های موردبررسی تحت تیمارهای محدودیت حذف برگ پرچم و پوشش سنبله ثبت شد. در شرایط آبیاری نرمال تحت تیمار شاهد و حذف زیر برگ پرچم ژنوتیپ‌های شماره ۱۰، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸ و ۱۲ از بالاترین عملکرد دانه برخوردار بودند و بین آن‌ها اختلاف معنی‌دار وجود نداشت؛ تحت شرایط تنش کم‌آبی در تیمار شاهد کلیه ژنوتیپ‌ها به‌غیراز ژنوتیپ شماره ۱۱ و در تیمار حذف زیر برگ پرچم کلیه ژنوتیپ‌ها به‌غیراز دو ژنوتیپ شماره ۲ و ۱۱ از عملکرد بالاتری در مقایسه با ژنوتیپ‌های دیگر برخوردار بودند. تحت شرایط آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی در ژنوتیپ شماره ۳، اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمارهای محدودیت منابع حذف زیر برگ پرچم، حذف برگ پرچم و حذف نصف سنبله دیده نشد. در این مطالعه لاین‌های پیشرفته موردبررسی برتری معنی‌داری نسبت به ارقام آزادشده جو ازنظر عملکرد دانه و سایر خصوصیات موردبررسی نشان ندادند

مقدمه

جو بعد از گندم بیشترین سطح زیر کشت را در ایران به خود اختصاص داده است و با درجهٔ سازگاری وسیع‌تر ولی باارزش اقتصادی کمتر، کشت آن در مناطق خشک که به دلیل کم‌آبی گندم کشت نمی‌شود مرسوم است (Koocheki,1994). کشور ایران با متوسط بارندگی حدود ۲۵۰ میلی‌متر، یک‌سوم متوسط بارندگی جهان را داشته و بر اساس گزارش فائو حدود ۹۰ درصد آن در نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد (FAO, 2017). در مناطق خشک و نیمه‌خشک با ورود غلات مانند گندم و جو به مرحله پر شدن دانه به‌تدریج از مقدار بارندگی کاسته شده و از طرفی دمای هوا، تبخیر و تعرق و درنتیجه نیاز غلاتی مانند گندم و جو افزایش می‌یابد، پس گیاه تا حدودی با کمبود آب روبرو شده و حدی از تنش خشکی و گرمایی را تجربه می‌کند که این امر می‌تواند سبب کاهش سرعت فتوسنتز (Golabadi et al., 2015) و تسریع پیری‌ها برگ‌ها (Martinez et al., 2003) در گیاهان شود. بدین ترتیب فتوسنتز جاری برای پر کردن دانه کافی نخواهد

* نگارنده پاسخگو: مهرداد یارنیا. پست الکترونیک: M. yarnia@yahoo.com

بود و نیاز مقصد برای پر کردن دانه از طریق انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره‌شده تأمین خواهد شد (Zhang et al., 2015). گزارش شده است تنش خشکی، موجب کاهش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله در غلاتی مانند گندم و جو می شود (Akash et al., 2009; Abdoli and Saeidi, 2012). چندین منبع کربوهیدراتی در تأمین مواد فتوسنتزی هنگام پر شدن دانه مشارکت شامل فتوسنتز جاری برگ‌ها و بخش‌های سبز گیاه، کربوهیدارت‌های تولیدی قبل و پس از گلدهی که در اندام‌های رویشی ازجمله ساقه ذخیره‌شده و طی دوره پر شدن دانه، به دانه انتقال یابد (Azhand et al., 2015).

از زمان تلقیح گلچه‌ها تا پر شدن دانه‌ها فتوسنتز جاری، تأمین‌کننده مواد پرورده ناشی از فرآیند فتوسنتز است، در جریان فرآیند انتقال مجدد، ترکیب‌های ذخیره‌شده پیش از گل‌دهی در اندام‌های گیاه، به‌خصوص ساقه، در طول دوره پر شدن دانه به مخازن (دانه‌ها) منتقل می‌شود (Ehdaie et al., 2006). اظهار شده است که عملکرد دانه به‌صورت چشم گیری تحت تأثیر فتوآسمیلات‌های تجمع یافته در اواخر گلدهی و پس از گرده‌افشانی و همچنین انتقال مجدد آن‌ها قرار می‌گیرد. در مرحله‌های خاصی از نمو گیاه، پیش از آغاز رشد خطی دانه، مواد فتوسنتزی تولیدشده بسیار بیشتر از مصرف آن‌ها در فرآیندهای مرتبط با رشد گیاه است. این مواد مازاد به‌صورت ترکیب‌های مختلف ذخیره می‌شوند (Ehdaie et al., 2008) و در دوره‌های بعدی رشد دانه که فتوسنتز جاری نمی‌تواند همهٔ نیازهای مقصدهای فیزیولوژیک را تأمین نماید به دانه منتقل می‌شوند (Maydupa et al., 2010; Emam and Niknejad, 2011). در تحقیقی ذخایر کربوهیدراتی ساقه در شرایط عادی حدود ۱۲ درصد و در شرایط تنش‌های محیطی حدود ۴۰ درصد از عملکرد نهایی دانه را پوشش داده‌اند (Biswal and Kohli, 2013). اهمیت منابع فتوسنتزی در شکل‌گیری عملکرد نهایی دانه در تحقیقات مختلفی موردتوجه قرار گرفته است. در این رابطه آلام و همکاران (Alam et al., 2008) دریافتند تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه با حذف برگ‌ها در گندم کاهش نشان داد. در مطالعه دیگری تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه با حذف برگ پرچم و سایر برگ‌ها کاهش معنی‌داری نشان داد (Khaliq et al., 2008). محمد طاهری و همکاران (Mohammad Taheri et al., 2010) نشان دادند که حذف برگ‌ها در مرحله ساقه روی گندم اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله داشت درحالی‌که اثر مذکور بر وزن هزار دانه معنی دار نبود. احمدی و همکاران (Ahmadi et al., 2009) نشان دادند حذف برگ‌ها به‌عنوان یکی از منابع فتوسنتزی از طریق کاهش تولید مواد فتوسنتزی به‌صورت غیرمستقیم عملکرد دانه را کاهش می‌دهد.

در بررسی نقش فتوسنتز و تعرق سنبله در تعیین اندازه مخزن دانه جو مداح حسینی (Maddah Hoseini et al., 2010) نشان دادند که تیمار حذف فتوسنتز سنبله در رقم های M80-7 و بدون پوشش و تیمار کاهش تعرق سنبله در رقم‌های ریحان و والفجر وزن دانه و سنبله را کاهش دادند. در مطالعه اثر محدودیت منابع فتوسنتزی و تنش کم‌آبی پس از گرده‌افشانی بر عملکرد دانه و تبادلات گازی ارقام مختلف جو سعیدی و آژند (Saeid and Ajand, 2015). نشان دادند در شرایط آبیاری نرمال بیشترین کاهش عملکرد دانه در تیمار حذف برگ‌های زیرین برگ پرچم (۲۷/۶ درصد) مشاهده شد. همچنین بیشترین و کمترین کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش کم‌آبی نسبت به شاهد به تیمار حذف فتوسنتز سنبله (۳۲ درصد) و حذف ریشک‌ها (۱۸/۱ درصد) اختصاص یافت. در این مطالعه حذف برگ پرچم در شرایط آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی سبب افزایش سرعت فتوسنتز در مقایسه با شاهد به مقدار ۲۸/۸ و ۱۰/۸ درصد شد. محاویه اسدی و همکاران (Mohavieh Assadi et al., 2020) نشان دادند حذف همه برگ‌ها به‌غیراز برگ پرچم در گیاه جو باعث افزایش معنی‌دار شاخص برداشت و عملکرد رقم ریحان نسبت به سایر ارقام در شرایط تنش خشکی شده است.

با توجه به بالا بودن احتمال وقوع تنش خشکی پس از گرده‌افشانی و کاهش پتانسیل تولیدی ارقام مختلف جو در مناطق خشک و نیمه‌خشک، هدف پژوهش حاضر، مطالعه اثر محدودیت منابع فتوسنتزی بر عملکرد و خصوصیات زراعی ارقام و لاین‌های پیشرفته جو تحت شرایط نرمال و تنش کم‌آبی و مقایسه این لاین‌ها با ارقام آزادشده بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب استان آذربایجان غربی انجام شد، ایستگاه مذکور در ۵ کیلومتری شمال غربی شهر میاندوآب در موقعیت جغرافیایی ۴۶ درجه

و ۹۰ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و در ارتفاع ۱۳۱۴ متری از سطح دریای آزاد واقع شده است. متوسط بارندگی سالیانه ایستگاه ۲۸۸/۸ میلی‌متر و حداقل و حداکثر دمای سالیانه ۴۴ و ۲۷- درجه سانتی‌گراد گزارش شده است.

در این مطالعه ۱۲ ژنوتیپ جو (جدول ۱) و تیمارهای مختلف محدودیت منبع (شامل شاهد، حذف برگ‌های زیر برگ پرچم، حذف برگ پرچم، حذف نصف سنبله و پوشش سنبله) به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو شرایط مختلف آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در تیمارهای تنش و بدون تنش آبیاری تا مرحله ظهور سنبله و بسته به دما و میزان تبخیر و تعرق بعد از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A، انجام شد. در تیمار تنش، آبیاری در مرحله ظهور سنبله قطع شد ولی در آزمایش نرمال آبیاری تا زمان رسیدگی ادامه یافت. تیمارهای محدودیت منابع فتوسنتزی به‌صورت ذیل اعمال شدند. در تیمار شاهد هیچ‌گونه عملی روی بوته‌های جو انجام نشد. در تیمار حذف برگ پرچم در زمان گرده‌افشانی، هنگامی‌که در هر کرت پرچم‌های ۵۰ درصد از سنبله‌ها خارج شده بود، اقدام به حذف برگ‌های پرچم در هر واحد آزمایشی شد. در تیمار حذف تمام برگ‌ها به‌جز برگ پرچم پس از گرده‌افشانی، هنگامی‌که در هر کرت پرچم‌های ۵۰ درصد از سنبله‌ها خارج شده بود، اقدام به حذف تمامی برگ‌های هر گیاه به‌جز برگ پرچم در هر واحد آزمایشی شد. تیمار حذف فتوسنتز سنبله، از طریق پوشانیدن تمام سطح سنبله‌های موردبررسی با فویل آلومینیومی هنگامی‌که سنبله‌ها به‌طور کامل از غلاف خارج شدند انجام گرفت. روی فویل‌های آلومینیومی تعدادی سوراخ به‌منظور هوادهی و جلوگیری از تولید اتیلن در سنبله‌های موردبررسی ایجاد شد. تیمار حذف نصف سنبله، از طریق حذف نصف سنبله با قیچی هنگامی‌که سنبله‌ها به‌طور کامل از غلاف خارج شدند انجام گرفت.

جدول ۱. مشخصات ژنوتیپ‌های جو موردمطالعه

Table 1. characteristics of studied barley genotypes

شماره ژنوتیپ No.	ژنوتیپ Genotype	شجره Pedigree
1	Tajadin	
2	FAJRE30	
3	JONOOB	
4	ARASS	
5	RIHANE 03	
6	SINA	
7	Chaldoran	
8	M-84-14	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//Alanda-01
9	M-86-5	Bgs/Dajia//L.1242/4/L.B.IRAN/Una8271//Gloria'S'/3/Alm/Una80
10	M-88-2	Kavir/Badia/3/Torsh/9cr.279-07/Bgs/4/Karoon/Kavir
11	MD-88-15	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"
12	W-83-4	Zrn/Shiroodi/6/Zrn/5/Omid/4/Bb/Kal//Ald/3

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil testing

درصد اشباع Sp	هدایت الکتریکی EC	نقطه پژمردگی W.P	وزن مخصوص ظاهری	اسیدیته pH	کربنات کلسیم T. N. V	کربن آلی O.C	ازت کل N	فسفر قابل‌جذب P	پتاسیم قابل‌جذب K	شن Sand	سیلت Silt	رس Clay	بافت خاک Soil texture
%	$dS\ m^{-1}$	%	$g\ cm^{-3}$		---------- % ----------			-------- ppm --------		--------- % ---------			
43	1.3	12	1.4	8	4.7	1.3	0.13	14.2	444	16	58	28	sandy clay loam

به‌منظور تعیین عناصر ریزمغذی و ماکرو از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری و پس از تهیه نمونه مرکب، عناصر ماکرو و میکرو اندازه‌گیری و بافت خاک نیز تعیین گردید (جدول ۲). عملیات کاشت پس از انجام شخم و دیسک زنی در اواخر اسفند هر سال انجام گرفت. هر رقم در ۶ خط به فاصله ۲۰ سانتی‌متر و ۵ متر طول با تراکم ۴۰۰ بذر در مترمربع با دستگاه خطی کار غلات کشت شد. قبل از کاشت ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفره از منبع سوپر فسفات‌تریپل، ۶۰ کیلوگرم سولفات پتاس و در طول آزمایش کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) به مقدار ۹۰ کیلوگرم در هکتار به زمین داده شد. طی مراحل رشد گیاه مبارزه با علف‌های‌هرز به‌صورت دستی انجام گرفت.

کلیه مراقبت‌های زراعی به‌طور یکسان برای همه ارقام و لاین‌ها انجام شد. نمونه‌های گیاهی شامل ۲۰ ساقه کامل (حاوی تمام برگ‌ها و سنبله‌ها)، حذف برگ پرچم، حذف تمام برگ‌ها به‌غیراز برگ پرچم، حذف سنبلچه‌های یک‌طرف سنبله، پوشش سنبله بودند که در سه تکرار برداشت شدند، بوته‌ها از سطح زمین بریده و در آون خشک و صفاتی نظیر وزن کل ماده خشک، وزن سنبله، وزن پدانکل در زمان گرده‌افشانی اندازه‌گیری شدند.

در این تحقیق تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله، طول سنبله، وزن برگ، وزن پدانکل در مرحله رسیدگی اندازه‌گیری شدند، به این منظور در نیمه دوم خرداد ۲۰ ساقه اصلی به‌طور تصادفی پس از حذف اثر حاشیه از هرکدام از تیمارها انتخاب و بررسی صفات انجام شد (Saeid and Ajand, 2015). جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک کلیه کرت بعد از حذف حاشیه‌ها برداشت و بعد از توزین به‌صورت تن در هکتار ثبت شد.

تجزیه‌های آماری

جهت محاسبات آماری در مرحله نخست آزمون نرمال بودن داده‌ها (آزمون کولموگروف-اسمیرنوف) انجام گرفت و پس از اطمینان یکنواختی واریانس داده‌ها به کمک آزمون بارتلت، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 انجام شد. همچنین مقایسه میانگین تیمارها نیز به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها (جدول ۳) نشان داد اثر سال بر وزن برگ و وزن پدانکل در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. بین شرایط آبیاری ازلحاظ اثر بر وزن پدانکل، کل بوته، تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد و ازلحاظ اثر بر وزن پدانکل، برگ و عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار دیده شد.

اثر محدودیت منبع بر وزن سنبله و کل بوته در سطح احتمال یک درصد و بر عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر سال در محدودیت منبع نیز بر وزن برگ، پدانکل، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اثر متقابل شرایط آبیاری در محدودیت منبع ازلحاظ اثر بر کلیه صفات موردبررسی معنی-دار بود. بین ژنوتیپ‌های موردبررسی ازلحاظ وزن سنبله و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و ازلحاظ وزن برگ و پدانکل در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. معنی‌دار بودن اختلاف بین ژنوتیپ‌های موردبررسی نشان‌دهنده وجود تنوع بین ارقام بوده و امکان گزینش ارقام برای صفات مذکور را فراهم خواهد ساخت. در این مطالعه اثر متقابل سال در ژنوتیپ نیز بر وزن کل و تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد و بر وزن پدانکل در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل شرایط آبیاری در ژنوتیپ بر کلیه صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل محدودیت منبع در ژنوتیپ نیز بر کلیه صفات به‌غیراز وزن برگ معنی‌دار بود. نظر به این‌که در مورد همه صفات (به‌غیراز وزن برگ) اثر متقابل ژنوتیپ در آبیاری معنی‌دار شد، مقایسه ارقام و لاین‌ها در دو شرایط آبیاری جداگانه انجام شد (Akash et al., 2009).

وزن سنبله

نتایج مقایسه میانگین تیمارهای اثر متقابل ژنوتیپ در محدودیت منبع، در شرایط آبیاری نرمال (جدول ۴) نشان داد ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۹ و ۱۰ در تیمار شاهد، ژنوتیپ شماره ۱۰ در تیمار حذف برگ زیر برگ پرچم و ژنوتیپ شماره ۳ در تیمار پوشش سنبله به ترتیب با متوسط ۱/۷۵، ۱/۷۷، ۱/۸۰، ۱/۷۷، ۱/۷۵ گرم بالاترین وزن سنبله را به خود اختصاص دادند، کم‌ترین مقدار آن نیز به ژنوتیپ شماره ۵ در تیمار حذف برگ پرچم اختصاص یافت. در این بررسی تیمار

حذف برگ پرچم و حذف نصف سنبله وزن سنبله را کلیه ژنوتیپ‌ها کاهش داد.

تحت شرایط تنش کم‌آبی (جدول ۵) در تیمار شاهد محدودیت (بدون محدودیت فتوسنتزی) بین ۱۲ ژنوتیپ موردبررسی ازنظر وزن سنبله اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، در تیمار حذف زیر برگ پرچم هم ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ۳، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ علاوه بر اینکه بالاترین وزن سنبله را در بین ژنوتیپ‌ها به خود اختصاص داده بودند اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد محدودیت فتوسنتزی نشان ندادند، کمترین وزن سنبله تحت تیمار حذف برگ‌های زیر برگ پرچم به ژنوتیپ شماره ۱۲ اختصاص یافت. در تیمار محدودیت حذف برگ پرچم و حذف نصف سنبله ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۹ و ۱۰ بالاترین وزن سنبله را به خود اختصاص دادند، اختلاف بین ژنوتیپ‌های مذکور در محدودیت حذف برگ پرچم و نصف سنبله با تیمار شاهد عدم محدودیت ازنظر وزن سنبله معنی‌دار نبود.

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب صفات مورفوفیزیولوژیک در ارقام و لاین‌های جو در دو سال

Table 3. Combined analysis of variance of morphophysiological traits in barley cultivars and lins in two years

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	وزن سنبله Spike weight	وزن برگ Leaf weight	پدانکل Pedankel weight	تعداد دانه در سنبله seeds per spike	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
Year	سال	1	3.58^{ns}	0.05^{*}	0.75^{*}	1.29^{ns}	0.02^{ns}	0.25^{ns}
Conditions (C)	شرایط	1	22.08^{*}	0.06^{*}	9.74^{**}	2142.51^{**}	17.66^{**}	1.87^{*}
Y× C	سال × شرایط	1	8.13^{ns}	0.006^{ns}	0.25^{ns}	71.82^{ns}	0.001^{ns}	0.14^{ns}
Ea	خطای الف	4	1.24	0.003	0.04	69.95	0.75	0.11
Sources limitation (SL)	محدودیت منبع	4	87.42^{**}	0.01^{ns}	11.25^{ns}	4785.05^{ns}	8.16^{**}	212.46^{*}
SL×Y	سال × محدودیت منبع	3	0.11^{ns}	0.44^{**}	277.60^{**}	1595.77^{**}	0.03^{ns}	21.04^{**}
SL×C	شرایط×محدودیت‌منبع	3	25.11^{**}	0.01^{**}	8.91^{**}	413.55^{**}	15.41^{**}	0.68^{**}
Genotype	ژنوتیپ	11	4.44^{**}	0.04^{*}	0.29^{*}	628.79^{ns}	2.78^{ns}	0.67^{**}
G ×Y	سال × ژنوتیپ	11	0.58^{ns}	0.003^{ns}	0.08^{*}	375.60^{**}	1.67^{**}	0.13^{ns}
G ×C	شرایط× ژنوتیپ	11	4.18^{**}	0.04^{**}	0.27^{**}	320.26^{**}	0.25^{**}	0.29^{**}
G × SL	محدودیت منبع × ژنوتیپ	33	2.85^{**}	0.002^{ns}	0.16^{**}	127.77^{**}	0.15^{**}	0.15^{**}
G × SL×Y	سال×محدودیت‌منبع×ژنوتیپ	33	0.61^{ns}	0.002^{ns}	0.03^{ns}	85.59^{ns}	0.02^{ns}	0.09^{ns}
G ×SL×C	شرایط×محدودیت‌منبع×ژنوتیپ	33	0.31^{ns}	0.001^{ns}	0.05^{ns}	59.96^{ns}	0.02^{ns}	0.06^{ns}
G×C× Y	سال×شرایط×ژنوتیپ	11	0.17^{ns}	0.002^{ns}	0.03^{ns}	22.41^{ns}	0.09^{ns}	0.11^{ns}
IS×C×Y	سال×شرایط× محدودیت منبع	3	0.45^{ns}	0.002^{ns}	0.01^{ns}	19.81^{ns}	0.03^{ns}	0.05^{ns}
G ×C× SL×Y	سال×شرایط×محدودیت منبع × ژنوتیپ	47	0.22^{ns}	0.02^{ns}	0.03^{ns}	34.51^{ns}	0.08^{ns}	0.08^{ns}
Eb	خطای ب	264	0.52	0.002	0.04	70.53	0.07	0.09

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

^{ns}, * and **: non-Significant, Significant at 5% and 1% levels probability, respectively

تحت شرایط محدودیت حذف برگ پرچم ژنوتیپ شماره ۱۲ و تحت تیمار محدودیت حذف نصف سنبله ژنوتیپ شماره ۱ کمترین وزن سنبله را به خود اختصاص دادند. در تیمار پوشش سنبله نیز ژنوتیپ شماره ۱۰ علاوه بر اینکه بالاترین وزن سنبله را به خود اختصاص داد اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد محدودیت منابع فتوسنتزی نشان نداد، کمترین وزن سنبله نیز در این شرایط به ژنوتیپ شماره ۱۲ اختصاص یافت. در این بررسی اختلاف بین تیمار شاهد و دیگر تیمارهای محدودیت فتوسنتزی در ژنوتیپ شماره ۱۰ معنی‌دار نبود، می‌توان گفت ژنوتیپ مذکور در مقایسه با دیگر ارقام و لاین ها از محدودیت منابع کمتری برخوردار بوده است و از دیگر مکانیسم‌های جبرانی برای پر کردن سنبله‌ها استفاده نموده است. در بررسی تخصیص مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایشی در مرحله گرده‌افشانی گزارش شد که ارقام

پرعملکرد در مقایسه با ارقام کم عملکرد در هنگام گرده‌افشانی سنبله‌های سنگین‌تری دارند که ناشی از افزایش ظرفیت آن‌ها در تخصیص ماده خشک در مراحل قبل از گرده‌افشانی و رشد زایشی است (Abbate et al., 1998). گزارش شده است که حذف تعدادی از برگ‌ها در گندم سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در برگ‌های باقی‌مانده را افزایش داده است (Zhu et al., 2004). همچنین با کاهش قدرت منبع از طریق حذف برگ‌ها در گندم، سرعت فتوسنتز، سرعت تعریق، هدایت روزنه‌ای و پایداری کلروفیل برگ پرچم نسبت به شاهد افزایش نشان داده است (Mohammad Taheri et al., 2010)، اما در برخی از ارقام گندم بهاره تیمارهای مختلف حذف منابع فتوسنتزی تأثیری بر کارایی فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای برگ‌های باقی‌مانده نداشتند. (Yang and Zang, 2006). در تحقیقی دیگر تنش رطوبتی میانگین وزن خشک سنبله را ۱۳ درصد کاهش داد (Ardalani et al., 2012).

وزن برگ

نتایج مقایسات میانگین تیمارهای اثر متقابل ژنوتیپ در محدودیت منابع فتوسنتزی نشان داد ژنوتیپ شماره ۳ در تیمارهای شاهد، حذف برگ پرچم، حذف نصف سنبله و پوشش سنبله به ترتیب با متوسط ۰/۰۷۷، ۰/۰۶۹، ۰/۰۸۱ و ۰/۰۵۴ گرم بالاترین وزن برگ را به خود اختصاص دادند و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. در تیمار محدودیت حذف برگ‌های زیر برگ پرچم ژنوتیپ شماره ۹ علاوه بر اینکه بالاترین وزن برگ را نشان داد تفاوت معنی داری با شرایط شاهد محدودیت منبع نشان نداد. در این مطالعه در تیمار شاهد و تیمارهای پوشش و حذف سنبله ژنوتیپ شماره ۱۱، در تیمار حذف برگ‌های زیر برگ پرچم، ژنوتیپ شماره ۱۲، در تیمار حذف برگ پرچم ژنوتیپ شماره ۸ کم‌ترین وزن برگ را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

مقایسات میانگین ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش کم‌آبی نشان داد ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۵، ۶، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ در چهار تیمار شاهد، حذف برگ زیر برگ پرچم، حذف نصف و پوشش سنبله بالاترین وزن برگ را به خود اختصاص دادند و اختلاف بین آن‌ها ازنظر وزن برگ معنی‌دار نبود. در این مطالعه تیمار حذف برگ پرچم در کلیه ژنوتیپ‌های موردمطالعه کمترین وزن برگ را به خود اختصاص داد و اختلاف بین آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۵).

وزن پدانکل

مقایسه میانگین تیمارهای اثر متقابل ژنوتیپ در محدودیت منبع در شرایط آبیاری نرمال نشان داد ژنوتیپ¬های شماره ۵، ۶، ۸، ۹ و ۱۰ در هر پنج تیمار شاهد، حذف زیر برگ پرچم، حذف برگ پرچم، حذف نصف سنبله و پوشش سنبله بالاترین وزن پدانکل را به خود اختصاص دادند و اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مذکور در تیمارهای محدودیت منابع فتوسنتزی مشاهده نشد.

در این تحقیق ژنوتیپ شماره ۷ در تیمار محدودیت حذف زیر برگ پرچم و برگ پرچم و ژنوتیپ شماره ۳ در تیمار پوشش سنبله کمترین وزن پدانکل را به خود اختصاص داند، در تیمار شاهد و تیمار حذف نصف سنبله بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار دیده نشد (جدول ۴).

تحت شرایط تنش کم‌آبی ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۸، ۹ و ۱۰ در هر پنج تیمار شاهد، حذف زیر برگ پرچم، حذف برگ پرچم، حذف نصف سنبله و پوشش سنبله بالاترین وزن پدانکل را به خود اختصاص دادند و اختلاف بین آن‌ها معنی دار نبود، کمترین وزن پدانکل در هر پنج تیمار محدودیت منابع فتوسنتزی نیز به ژنوتیپ شماره ۱ اختصاص یافت (جدول ۵).

در این بررسی کمترین وزن پدانکل در ژنوتیپ‌های موردبررسی در تیمارهای حذف زیر برگ پرچم، برگ پرچم و پوشش سنبله دیده شد، بالا بودن وزن پدانکل در تیمار حذف نصف سنبله شاید به این دلیل باشد که در این تیمار به دلیل محدودیت مخزن (دانه‌ها) نیازی به انتقال مجدد از پدانکل برای پر کردن دانه‌ها وجود نداشته باشد و فتوسنتز جاری برای پر کردن این منابع کافی باشد و به این صورت وزن پدانکل در این شرایط تغییر محسوسی نداشته است. کم بودن وزن پدانکل را در تیمار پوشش سنبله را در شرایط تنش کم-آبی می‌توان به این شکل تفسیر کرد که با پوشش سنبله از فتوسنتز سنبله و اجزای آن ممانعت به عمل می‌آید بنابراین براثر پدیده جبرانی گیاه از دیگر منابع همانند پدانکل برای پر کردن مخازن ازجمله پدانکل استفاده می‌کند و موجبات کاهش وزن این اندام‌ها را فراهم می‌سازد. در مطالعه‌ای تنش رطوبتی میانگین وزن خشک پدانکل و میانگره‌های پایین‌تر را به ترتیب ۷ و ۸ درصد کاهش داد (Ardalani et al., 2012). در مطالعه‌ای تحت شرایط آبیاری نرمال وزن پدانکل در دامنه ۲۶۳ میلی‌گرم در تیمار حذف برگ پرچم تا ۳۰۰ میلی‌گرم

جدول ۴. مقایسه میانیگن اثر متقابل ژنوتیپ در محدودیت منبع بر صفات موردبررسی در ارقام و لاین‌های جو در شرایط آبیاری نرمال

Table 4. Mean comparison of the treatment combinations of irrigation and source limitition treatments on the studied traits in barley cultivars and lins in normal condition

محدودیت منبع sources limitation	ژنوتیپ	وزن سنبله Spike weight	وزن برگ Leaf weight	وزن پدانکل Peduncle weight	تعداد دانه در سنبله seeds per spike	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
		---------- g ----------				---------- t / ha ----------	
شاهد control	1	1.60^{abc}	0.075^{a-d}	0.25^{a-e}	31.25^{a-m}	6.69^{c-l}	3.61^{d-k}
	2	1.75^{a}	0.099^{ab}	0.28^{a-e}	35.85^{a-g}	7.02^{c-l}	4.30^{a-f}
	3	1.67^{abc}	0.077^{a-d}	0.36^{a}	38.79^{abc}	7.92^{a}	4.74^{abc}
	4	1.59^{abc}	0.056^{b-g}	0.25^{a-e}	30.80^{b-m}	5.61^{b-e}	3.99^{a-i}
	5	1.68^{abc}	0.031^{b-g}	0.27^{a-e}	36.43^{a-g}	8.61^{b-e}	4.52^{a-d}
	6	1.70^{ab}	0.064^{b-g}	0.28^{a-e}	38.35^{a-d}	8.73^{bcd}	4.33^{a-e}
	7	1.72^{ab}	0.067^{b-f}	0.25^{a-e}	34.53^{a-h}	9.07^{abc}	4.11^{a-g}
	8	1.71^{ab}	0.077^{ad}	0.32^{a-d}	37.75^{a-e}	8.64^{b-e}	4.02^{a-i}
	9	1.77^{a}	0.12^{a}	0.32^{ab}	42.05^{a}	8.42^{c-f}	4.77^{ab}
	10	1.80^{a}	0.075^{a-d}	0.30^{a-d}	39.16^{ab}	10.63^{ab}	4.92^{a}
	11	1.71^{ab}	0.04^{c-g}	0.26^{a-d}	37.85^{a-e}	9.07^{abc}	3.36^{k-p}
	12	1.32^{a-e}	0.055^{b-g}	0.28^{a-e}	30.71^{b-n}	8.20^{c-g}	4.08^{a-h}
زیر برگ پرچم Under Flag Leaf	1	1.47^{a-d}	0.02^{efg}	0.22^{b-e}	27.20^{d-o}	4.55^{mn}	2.65^{k-p}
	2	1.70^{ab}	0.041^{c-g}	0.22^{b-e}	32.56^{a-j}	5.05^{j-n}	4.30^{a-f}
	3	1.59^{abc}	0.0042^{c-g}	0.23^{a-e}	34.73^{a-h}	6.55^{d-m}	4.33^{a-e}
	4	1.32^{a-e}	0.036^{d-g}	0.24^{a-e}	29.27^{b-o}	5.99^{h-n}	3.99^{a-i}
	5	1.42^{a-e}	0.038^{c-g}	0.23^{a-e}	34.64^{a-h}	5.67^{h-n}	4.74^{abc}
	6	1.62^{abc}	0.035^{d-g}	0.25^{a-e}	35.39^{a-g}	4.17^{e-j}	4.02^{a-i}
	7	1.64.^{abc}	0.040^{c-g}	0.17^{cde}	38.79^{abc}	6.80^{d-m}	4.11^{a-g}
	8	1.67^{abc}	0.041^{c-g}	0.30^{a-d}	32.08^{a-l}	6.42^{e-n}	4.49^{a-d}
	9	1.55^{abc}	0.047^{a-d}	0.26^{a-e}	39.16^{ab}	7.05^{c-k}	4.92^{a}
	10	1.77^{a}	0.046^{c-g}	0.22^{a-e}	40.05^{ab}	6.67^{d-m}	4.77^{ab}
	11	1.64^{abc}	0.042^{c-g}	0.22^{b-e}	37.85^{a-e}	6.61^{d-m}	3.61^{d-k}
	12	1.25^{b-f}	0.030^{efg}	0.19^{b-e}	30.71^{b-n}	6.08^{g-n}	4.08^{a-h}
برگ پرچم Flag Leaf	1	0.55^{hij}	0.04^{c-g}	0.19^{b-e}	20.40^{mno}	4.80^{lmn}	3.36^{k-p}
	2	0.46^{ij}	0.054^{c-g}	0.20^{b-e}	25.70^{g-o}	5.30^{i-n}	3.08^{g-o}
	3	0.76^{g-j}	0.069^{a-e}	0.22^{b-e}	37.75^{a-e}	6.67^{d-m}	3.15^{g-o}
	4	0.53^{hij}	0.045^{c-g}	0.26^{a-e}	30.80^{b-m}	6.30^{f-n}	2.30^{nop}
	5	0.42^{j}	0.028^{e-g}	0.24^{a-e}	38.35^{a-d}	6.52^{d-n}	3.12^{g-o}
	6	0.57^{hij}	0.038^{c-g}	0.23^{a-e}	26.50^{e-o}	7.48^{c-i}	3.12^{g-o}
	7	0.66^{g-j}	0.021^{g}	0.17^{cde}	31.40^{a-m}	6.64^{c-j}	3.05^{g-o}
	8	0.55^{hij}	0.023f^{g}	0.26^{a-e}	23.90^{h-o}	7.11^{c-j}	3.40^{d-m}
	9	0.83^{f-j}	0.063^{b-g}	0.26^{a-e}	34.80^{a-h}	7.67^{g-h}	3.33^{e-n}
	10	0.95^{e-h}	0.054^{b-g}	0.25^{a-e}	29.70^{b-n}	7.48^{c-i}	3.58^{d-k}
	11	0.73^{g-j}	0.047^{c-g}	0.21^{b-e}	37.40^{a-f}	6.61^{d-n}	3.24^{f-o}
	12	0.68^{g-j}	0.055^{b-g}	0.24^{a-e}	21.91^{i-o}	5.74^{h-n}	2.34^{m-p}
نصف سنبله Half Spike	1	0.70^{g-j}	0.076^{a-d}	0.25^{a-e}	21.19^{no}	5.21^{j-n}	1.93^{p}
	2	0.87^{e-j}	0.099^{a}	0.22^{a-e}	20.32^{mno}	4.77^{lmn}	3.12^{go}
	3	0.83^{f-j}	0.081^{abc}	0.35^{a}	21.35^{j-o}	5.83^{h-n}	3.77^{jb}
	4	0.77^{g-j}	0.053^{c-g}	0.26^{a-e}	18.14^{o}	5.17^{j-n}	2.30^{m-p}
	5	0.88^{e-j}	0.044^{c-g}	0.27^{a-e}	20.90^{ko}	4.86^{k-n}	3.58^{d-k}
	6	0.81^{f-j}	0.048^{c-g}	0.28^{a-e}	20.80^{l-o}	5.89^{h-n}	3.33^{e-v}
	7	0.93^{e-h}	0.067^{b-f}	0.25^{a-e}	20.85^{mno}	5.14^{j-n}	3.55^{d-k}
	8	0.92^{e-i}	0.077^{a-d}	0.31^{abc}	19.65^{no}	5.39^{i-n}	3.12^{g-o}
	9	1.04^{d-g}	0.061^{b-g}	0.32^{ab}	27.60^{c-o}	5.42^{i-n}	3.52^{d-l}
	10	0.93^{e-h}	0.050^{c-f}	0.30^{abc}	26.21^{f-o}	5.02^{j-n}	3.99^{a-i}
	11	0.85^{f-j}	0.042^{c-g}	0.25^{a-e}	22.54^{i-o}	4.77^{lmn}	3.12^{g-o}
	12	0.67^{g-j}	0.052^{c-g}	0.30^{a-d}	17.86^{o}	4.36^{n}	2.24^{m-p}
پوشش سنبله spike coating	1	1.46^{abc}	0.052^{c-g}	0.27^{a-e}	31.25^{a-m}	6.98^{c-l}	2.93^{i-p}
	2	1.51^{abc}	0.054^{c-g}	0.28^{a-e}	35.85^{a-i}	7.02^{c-l}	2.93^{i-p}
	3	1.75^{a}	0.054^{a-d}	0.15^{e}	33.25^{a-i}	8.73^{bcd}	3.68^{ck}
	4	1.50^{abc}	0.056^{b-g}	0.16^{de}	27.40^{c-o}	8.42^{b-e}	2.37^{m-p}
	5	1.63^{abc}	0.061^{b-g}	0.26^{a-e}	32.27^{a-k}	8.61^{b-e}	3.55^{d-k}
	6	1.59^{abc}	0.064^{b-g}	0.26^{a-e}	36.43^{a-g}	11.04^{a}	2.71^{j-p}
	7	1.69^{abc}	0.052^{c-g}	0.24^{a-e}	37.28^{a-f}	10.63^{ab}	3.21^{g-o}
	8	1.63^{abc}	0.054^{c-g}	0.27^{a-e}	34.53^{a-h}	8.64^{b-f}	4.02^{a-h}
	9	1.67^{abc}	0.11^{a}	0.29^{a-d}	37.16^{a-f}	8.39^{c-f}	3.52^{d-l}
	10	1.51^{abc}	0.061^{b-g}	0.27^{a-e}	42.35^{a}	9.07^{abc}	3.83^{a-i}
	11	1.63^{abc}	0.039^{c-g}	0.19^{b-e}	36.45^{a-g}	9.07^{abc}	2.99^{h-p}
	12	1.24^{abc}	0.045^{c-g}	0.22^{b-e}	25.60^{g-o}	8.20^{c-g}	2.43^{p}

میانگین دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن هستند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

جدول ۵ مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ در محدودیت منبع ازلحاظ اثر بر صفات موردبررسی در ارقام و لاین‌های جو در شرایط تنش کم‌آبی

Table 5. Mean comparison of the intraction effect of genotype and source limitition treatments studied traits in barley cultivars and lins in water deficit condition

محدودیت منبع sources limitation	ژنوتیپ	وزن سنبله Spike weight	وزن برگ Leaf weight	وزن پدانکل Peduncle weight	تعداد دانه در سنبله seeds per spike	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
		g				t ha^{-1}	
شاهد control	1	1.36^{a-k}	0.060^{ab}	0.20^{f-o}	21.22^{pq}	3.64^{l-r}	3.12^{ab}
	2	1.62^{abc}	0.063^{ab}	0.25^{a-e}	30.90^{c-i}	3.97^{p-s}	2.94^{a-d}
	3	1.64^{abc}	0.096^{a}	0.31^{ab}	30.85^{c-i}	5.61^{ab}	3.17^{ab}
	4	1.64^{abc}	0.060^{ab}	0.25^{a-l}	19.56^{p-s}	5.42^{a-d}	2.98^{abc}
	5	1.76^{abc}	0.060^{ab}	0.30^{ab}	32.50^{b-f}	5.35^{a-f}	2.77^{a-d}
	6	1.78^{ab}	0.071^{ab}	0.30^{ab}	33.50^{a-e}	4.86^{a-i}	3.05^{a-b}
	7	1.59^{a-e}	0.070^{ab}	0.24^{a-n}	32.90^{a-f}	5.40^{a-e}	2.79^{a-d}
	8	1.73^{a-b}	0.075^{ab}	0.25^{a-l}	28.08^{g-k}	5.19^{a-f}	3.12^{a-b}
	9	1.63^{abc}	0.090^{a}	0.31^{a}	34.03^{a-d}	5.59^{ab}	3.40^{a}
	10	1.69^{abc}	0.058^{a}	0.29^{ab}	38.76^{a}	5.80^{a}	3.36^{a}
	11	1.91^{a}	0.060^{ab}	0.20^{g-o}	36.50^{a}	4.79^{a-f}	2.49^{b-e}
	12	1.59^{a-d}	0.060^{ab}	0.20^{c-o}	22.8^{l-p}	3.99^{c-o}	2.93^{a-d}
زیر برگ پرچم Under Flag Leaf	1	1.63^{abc}	0.059^{ab}	0.19^{j-o}	16.19^{r-u}	3.68^{l-q}	3.12^{ab}
	2	1.53^{a-g}	0.041^{ab}	0.20^{f-o}	30.85^{c-i}	3.50^{l-s}	2.49^{b-e}
	3	1.58^{a-f}	0.049^{ab}	0.27^{a-h}	30.90^{c-i}	3.50^{l-s}	3.29^{a}
	4	1.14^{b-m}	0.027^{b}	0.24^{a-n}	22.81^{l-p}	5.38^{ab}	3.12^{ab}
	5	1.56^{a-f}	0.044^{ab}	0.24^{a-n}	20.28^{d-j}	4.86^{a-i}	2.77^{a-d}
	6	1.53^{a-g}	0.044^{ab}	0.21^{e-o}	32.90^{a-f}	5.35^{e-f}	3.17^{ab}
	7	1.65^{abc}	0.035^{b}	0.18^{l-o}	33.67^{a-e}	5.31^{ab}	3.12^{ab}
	8	1.62^{abc}	0.039^{ab}	0.24^{a-m}	28.08^{g-k}	4.79^{a-k}	2.94^{abc}
	9	1.80^{ab}	0.061^{ab}	0.29^{ab}	31.95^{b-g}	5.00^{a-g}	3.17^{abc}
	10	1.62^{abc}	0.050^{ab}	0.28^{a-f}	36.97^{a}	5.31^{a-f}	2.93^{a-d}
	11	1.76^{abc}	0.053^{ab}	0.18^{l-o}	30.76^{c-i}	6.65^{a}	2.39^{b-f}
	12	1.08^{b-m}	0.051^{ab}	0.19^{i-o}	19.56^{p-s}	3.99^{c-o}	2.79^{a-d}
برگ پرچم Flag Leaf	1	0.75^{h-m}	0.010^{b}	0.15^{o}	12.70^{uv}	3.97^{p-s}	1.29^{ij}
	2	0.83^{e-m}	0.063^{b}	0.19^{j-o}	26.40^{j-m}	2.63^{qrs}	0.987^{j}
	3	1.52^{a-g}	0.025^{b}	0.26^{a-i}	34.60^{abc}	3.73^{e-q}	2.82^{a-d}
	4	0.96^{c-m}	0.025^{b}	0.19^{h-o}	16.40^{r-u}	3.99^{c-n}	1.83^{e-i}
	5	0.84^{d-m}	0.006^{b}	0.23^{b-n}	25.5^{k-o}	4.58^{b-l}	2.11^{d-h}
	6	1.05^{b-m}	0.004b	0.21^{e-o}	29.50^{e-k}	4.51^{b-m}	1.01^{j}
	7	0.84^{d-m}	0.005^{b}	0.19^{j-o}	33.50^{a-e}	4.01^{g-o}	1.76^{e-j}
	8	0.80^{g-m}	0.009^{b}	0.24^{a-n}	21.30^{opq}	3.68^{k-q}	1.31^{hij}
	9	1.41^{a-j}	0.002^{b}	0.26^{a-k}	34.3^{a-d}	3.97^{g-o}	1.90^{ei}
	10	1.47^{a-i}	0.006^{b}	0.24^{a-n}	25.90^{k-n}	3.73^{j-p}	1.52^{g-j}
	11	0.74^{i-m}	0.005^{b}	0.17^{mno}	27.10^{h-k}	3.33^{n-s}	2.18^{c-g}
	12	0.65^{klm}	0.06^{b}	0.19^{h-o}	15.60^{s-v}	1.47^{m-s}	1.41^{g-j}
نصف سنبله Half Spike	1	0.44^{m}	0.054^{ab}	0.18^{k-o}	11.70v	1.09^{r-s}	1.19^{ij}
	2	0.96^{c-m}	0.06^{ab}	0.21^{e-o}	20.10^{prq}	2.46^{s}	2.91^{a-d}
	3	1.30^{a-k}	0.08^{ab}	0.30^{ab}	21.22^{pq}	3.73^{i-q}	3.05^{ab}
	4	0.52^{l-m}	0.05^{ab}	0.25^{a-l}	15.25^{tuv}	4.25^{f-n}	2.74^{a-d}
	5	0.75^{i-m}	0.044^{ab}	0.26^{a-j}	17.62^{q-t}	3.78^{i-p}	2.91^{a-d}
	6	0.82^{f-m}	0.039^{ab}	0.24^{a-m}	27.10^{h-k}	3.87^{h-o}	3.07^{ab}
	7	0.65^{klm}	0.035^{b}	0.21^{d-o}	22.27^{m-p}	3.94^{g-o}	3.33^{a}
	8	1.08^{b-m}	0.036^{ab}	0.26^{a-j}	21.90^{nop}	3.54^{l-s}	3.05^{ab}
	9	1.26^{a-l}	0.05^{ab}	0.31^{a}	20.86^{pq}	3.61^{l-r}	3.12^{ab}
	10	1.50^{a-h}	0.038^{ab}	0.29^{ab}	19.53^{p-s}	3.64^{l-r}	3.07^{ab}
	11	0.66^{j-m}	0.038^{ab}	0.20^{g-o}	21.40^{opq}	3.38^{n-s}	2.42^{b-f}
	12	0.62^{klm}	0.032^{b}	0.20g^{-o}	12.70^{uv}	3.00^{o-s}	2.39^{b-f}
پوشش سنبله spike coating	1	0.80^{g-m}	0.041^{ab}	0.15^{o}	15.13^{tuv}	3.52^{l-s}	1.71^{e-j}
	2	0.84^{d-m}	0.056^{ab}	0.20^{a-e}	20.12^{g-k}	3.64^{l-r}	1.26^{hij}
	3	1.06^{b-m}	0.066^{ab}	0.28^{a-e}	28.73^{f-k}	2.91^{a-f}	1.55^{g-j}
	4	0.80^{f-m}	0.057^{ab}	0.16^{n-o}	21.19^{po}	5.47^{abc}	1.55^{ghi}
	5	0.75^{i-m}	0.060^{ab}	0.29^{ab}	32.50^{b-f}	4.34^{d-n}	1.36^{hij}
	6	0.66^{klm}	0.070^{ab}	0.29^{ab}	31.11^{c-h}	4.84^{a-j}	1.71^{e-j}
	7	0.65^{klm}	0.067^{ab}	0.24^{a-n}	29.60^{e-k}	5.99^{ab}	1.55^{g-j}
	8	0.87^{d-m}	0.075^{ab}	0.26^{a-j}	26.75^{i-j}	5.19^{a-f}	1.64^{f-j}
	9	1.11^{d-m}	0.074^{ab}	0.27^{a-g}	32.02^{b-g}	5.40^{a-e}	1.62^{f-j}
	10	1.25^{a-l}	0.067^{ab}	0.27^{a-h}	33.29^{a-e}	5.80^{a}	1.45^{g-j}
	11	0.84^{d-m}	0.058^{ab}	0.19^{j-o}	35.76^{a}	4.93^{a-h}	1.88^{e-i}
	12	0.46^{m}	0.065^{ab}	0.22^{c-o}	18.95^{p-t}	4.08^{g-o}	1.55^{g-j}

میانگین دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن هستند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

در تیمار شاهد متغیر بود؛ اما در شرایط تنش کم‌آبی کمترین وزن پدانکل در تیمار حذف کلیه برگ‌ها با متوسط ۲۳۲ میلی‌گرم و بیشترین مقدار با متوسط ۲۶۲ میلی‌گرم در تیمار شاهد گزارش شد (Ahrizad et al., 2010). وزن مخصوص بخش‌های مختلف ساقه یکی از عوامل تعیین‌کننده پتانسیل تجمع کربوهیدرات‌ها در قسمت‌های مختلف ساقه غلات و انتقال مجدد آن‌ها به دانه‌های در حال رشد است، گزارش شده است که میزان ذخایر ساقه‌ها برای انتقال مجدد با افزایش وزن مخصوص آن‌ها افزایش می‌یابد (Blum et al., 1994). معمولاً از دو هفته بعد از گرده‌افشانی، دانه‌ها قابلیت دریافت و ذخیره مواد فتوسنتزی را پیدا می‌کنند و تا این مرحله فتوآسمیلات‌هایی که در جریان فتوسنتز جاری تولید می‌شوند در ساقه‌ها تجمع خواهند یافت (Schnyder, 1993)، همچنین رشد و گسترش طولی و وزنی، میانگره پدانکل پس از گرده‌افشانی نیز ادامه می‌یابد (Abdoli et al., 2013)، با توجه به خصوصیات مذکور میانگره پدانکل مکان مناسبی برای جذب مواد فتوسنتزی مازاد طی فتوسنتز است. در مطالعه سعیدی و همکاران (Saide et al., 2011) بین ارقام ازنظر وزن مخصوص میانگره ماقبل آخر اختلاف معنی‌دار گزارش شد به‌طوری‌که رقم مرودشت در مقایسه با رقم زاگرس از وزن مخصوص میانگره ماقبل آخر بالاتری برخوردار بود، در مطالعه آن‌ها کم‌آبی وزن مخصوص میانگره ماقبل آخر را در هر دو رقم کاهش داد.

تعداد دانه در سنبله

تحت شرایط آبیاری نرمال (جدول ۴) مقایسه میانگین تیمارهای اثر متقابل ژنوتیپ و محدودیت منابع فتوسنتزی ازنظر تعداد دانه در سنبله نشان داد تحت تیمارهای شاهد، حذف برگ زیر پرچم، حذف برگ پرچم و پوشش سنبله ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۱ بالاترین تعداد دانه در سنبله را به خود اختصاص دادند و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند، تحت تیمار حذف نصف سنبله بین ۱۲ ژنوتیپ موردبررسی ازنظر تعداد دانه در سنبله اختلاف معنی‌دار دیده نشد.

در این مطالعه ژنوتیپ شماره ۱۲ تحت تیمار شاهد، پوشش سنبله، ژنوتیپ شماره ۱ تحت تیمار حذف برگ زیر پرچم و حذف پرچم کمترین تعداد دانه در سنبله را به خود اختصاص دادند، مقایسات میانگین همچنین نشان داد کلیه ژنوتیپ‌های موردبررسی کمترین تعداد دانه را در تیمار حذف نصف سنبله نشان دادند،

تحت شرایط تنش کم‌آبی ژنوتیپ‌های شماره ۱۰، ۶، ۷ و ۱۱ تحت تیمار شاهد بالاترین و ژنوتیپ شماره ۴ کمترین تعداد دانه در سنبله را به خود اختصاص دادند، در تیمار حذف زیر برگ پرچم بالاترین تعداد دانه به ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۷ و ۱۰ بالاترین و ژنوتیپ شماره ۱ کمترین تعداد دانه را به خود اختصاص دادند. تحت تیمار حذف برگ پرچم ژنوتیپ شماره ۳ و ۱ به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله را به خود اختصاص دادند. در تیمار حذف نصف سنبله نیز بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله به ترتیب به ژنوتیپ‌های شماره ۶ و ۱ اختصاص یافت. درنهایت تحت تیمار پوشش سنبله ژنوتیپ شماره ۱۰ و ۱۱ بالاترین و ژنوتیپ شماره ۱ کمترین تعداد دانه در سنبله را به خود اختصاص دادند (جدول ۵).

در تحقیقی بین ژنوتیپ‌های جو ازنظر تعداد دانه در سنبله اختلاف معنی‌دار مشاهده و گزارش شد بیشترین تعداد دانه مربوط به رقم ریحان و کمترین آن به رقم دشت اختصاص داشت (Paknejad et al., 2017). در تحقیق حاضر تیمار حذف نصف سنبله اثر نامطلوبی بر تعداد دانه در سنبله داشت. با توجه به اینکه در تیمار حذف نصف سنبلچه از تعداد مخازن دانه‌ها کاسته شده است کاهش تعداد دانه در این تیمار دور از انتظار نبود.

با توجه به اینکه دانه‌ها مخازن پرقدرتی برای جذب مواد فتوسنتزی از برگ‌ها، ساقه و سنبله پس از گرده‌افشانی هستند و مقدار این مواد بر شکل‌گیری عملکرد دانه اثر معنی‌دار دارند (Minchin, 1996; Saeedi et al., 2011) فراهمی مواد فتوسنتزی در این مرحله، نقش مهمی در پر شدن تعداد بیشتری از دانه‌های شکل‌گرفته دارد.

عملکرد بیولوژیک

تحت شرایط آبیاری نرمال و در تیمار شاهد محدودیت منابع فتوسنتزی اگرچه ژنوتیپ شماره ۳ با متوسط ۷/۹۲ تن در هکتار بالاترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد اما بین ژنوتیپ مذکور و ژنوتیپ‌های شماره ۷، ۱۰ و ۱۱ اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. در تیمار حذف زیر برگ پرچم، حذف برگ پرچم و پوشش سنبله ژنوتیپ‌های شماره ۶ و ۱ به ترتیب بیشترین و کمترین وزن کل بوته را به خود اختصاص دادند، در تیمار حذف نصف سنبله اختلاف معنی‌داری بین

ژنوتیپ‌ها ازنظر وزن عملکرد بیولوژیک دیده نشد. می‌توان اظهار داشت تحت تیمار شاهد و دیگر تیمارهای محدودیت منابع فتوسنتزی لاین‌های پیشرفته ازنظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌دار دیده نشد (جدول ۴).

تحت شرایط تنش کم‌آبی و تحت تیمار شاهد محدودیت منبع فتوسنتزی ژنوتیپ شماره ۱۰ با متوسط ۵/۸۰ تن در هکتار بالاترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد، لازم به ذکر است بین ژنوتیپ مذکور و ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۱ اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. تحت تیمار شاهد ژنوتیپ شماره ۱ کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد. در تیمار حذف زیر برگ پرچم نیز اگرچه ژنوتیپ شماره ۱۱ بالاترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد اما اختلاف بین ژنوتیپ مذکور و ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۵، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ معنی‌دار نبود. در تیمار محدودیت حذف برگ پرچم و حذف نصف سنبله ژنوتیپ شماره ۶ و ۲ به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند. در تیمار پوشش سنبله نیز بالاترین مقدار صفت مذکور به ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۳ و ۴ اختصاص داشت درحالی‌که کمترین مقدار به ژنوتیپ شماره ۱ اختصاص یافت. تحت شرایط تنش کم‌آبی نیز لاین‌های پیشرفته موردبررسی نسبت به ارقام جو آزادشده از عملکرد بیولوژیک معنی‌داری در کلیه تیمارهای محدودیت منابع فتوسنتزی برخوردار نبودند (جدول ۵).

در تحقیقی بر روی گندم کاظمی و همکاران (Kazemi et al., 2012) نشان دادند تیمار شاهد (عدم محدودیت منابع فتوسنتزی) بالاترین و تیمار حذف برگ پرچم و پوشانیدن سنبله کمترین عملکرد زیست‌توده را به خود اختصاص دادند.

عملکرد دانه

مقایسه میانگین تیمارهای اثر متقابل ژنوتیپ در محدودیت منابع ازنظر عملکرد دانه نشان داد در شرایط آبیاری نرمال تحت تیمار شاهد و حذف زیر برگ پرچم ژنوتیپ‌های شماره ۱۰، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸ و ۱۲ از بالاترین عملکرد دانه برخوردار بودند و بین آن‌ها اختلاف معنی‌دار وجود نداشت، در این شرایط کم‌ترین عملکرد دانه در بوته به ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۱۱ اختصاص داشت. در تیمار حذف برگ پرچم، حذف نصف سنبله و پوشش سنبله ژنوتیپ‌های شماره ۱۰ و ۱۲ به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را نشان دادند (جدول ۴). در این مطالعه اغلب ژنوتیپ‌های موردبررسی کمترین عملکرد دانه را در تیمارهای محدودیت حذف برگ پرچم، حذف نصف سنبله و پوشش سنبله نشان دادند. نتایج همچنین نشان داد لاین‌های پیشرفته جو در کلیه تیمارهای محدودیت منبع برتری معنی‌داری نسبت به ارقام جو نداشتند.

تحت شرایط تنش کم‌آبی در تیمار شاهد کلیه ژنوتیپ‌ها به‌غیراز ژنوتیپ شماره ۱۱ و در تیمار حذف زیر برگ پرچم کلیه ژنوتیپ‌ها به‌غیراز دو ژنوتیپ شماره ۲ و ۱۱ از عملکرد بالاتری در مقایسه با ژنوتیپ‌های مذکور برخوردار بودند و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها دیده نشد. در تیمار حذف برگ پرچم ژنوتیپ شماره ۳ و ۲ به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. در تیمار حذف نصف سنبله نیز به‌غیراز ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۱۱ و ۱۲ دیگر ژنوتیپ‌ها بالاترین عملکرد تک بوته را به خود اختصاص دادند، در تیمار پوشش سنبله ژنوتیپ شماره ۱۱ بالاترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد اختلاف بین ۱۱ ژنوتیپ دیگر تحت تیمار مذکور ازنظر عملکرد دانه معنی‌دار نبود. در مطالعه حاضر ژنوتیپ‌های جوی موردبررسی کمترین عملکرد دانه را در تیمار محدودیت حذف برگ پرچم و پوشش سنبله نشان دادند که بیانگر نقش این دو اندام در تشکیل عملکرد نهایی دانه در شرایط تنش کم‌آبی است (جدول ۵).

در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی ژنوتیپ شماره ۳ از عملکرد دانه در بوته بالاتری در تیمارهای محدودیت منبع برخوردار بودند عدم کاهش عملکرد دانه در این رقم، احتمالاً به این دلیل است که نیاز مخزن از طریق سایر برگ‌ها و قسمت‌های فتوسنتزی در این ارقام تأمین می‌شود (Mohammad Taheri et al., 2010) و یا ممکن است مواد فتوسنتزی که قبل از دوره گلدهی در ساقه ذخیره‌شده‌اند به‌وسیله انتقال مجدد به دانه‌ها منتقل‌شده و به‌این‌ترتیب از کاهش عملکرد دانه جلوگیری نماید (Ehdaie et al., 2008). گزارش شده است که تنش کم‌آبی به‌صورت معنی‌داری عملکرد دانه را در ارقام جو کاهش داد به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب مربوط به رقم کویر و نصرت و کمترین مقدار مربوط به رقم گوهر جو در هر دو شرایط محیطی بود (Paknejad et al., 2017). در تحقیقی در بین ارقام جوی موردبررسی رقم زرجو بالاترین عملکرد دانه را در تیمار حذف کلیه برگ‌ها به‌غیراز برگ پرچم به خود اختصاص داد و به‌عنوان مناسب‌ترین ژنوتیپ در هر دو شرایط نرمال و تنش کم‌آبی شناسایی شد، در این مطالعه عملکرد دانه در هر دو شرایط با وزن سنبله، وزن پدانکل، تعداد دانه

در سنبله و وزن کل بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد (Saeedi and Azhand, 2015).

در تحقیق حاضر بالاترین عملکرد دانه در تیمار عدم محدودیت منبع (تیمار شاهد) دیده شد. یکی از منابع اصلی تولید مواد فتوسنتزی و از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار روی رشد مخزن (دانه‌ها) برگ پرچم است (Maydupa et al., 2010). در مطالعه خالیق و همکاران (Khaliq et al., 2008). حذف برگ پرچم عملکرد دانه را به مقدار ۱۸/۳ درصد کاهش داد، همچنین حذف دیگر منابع فتوسنتزی نیز اجزای عملکرد دانه را به‌صورت معنی‌دار کاهش داد. در مطالعه آلام و همکاران (Alam et al., 2008) حذف تمامی برگ‌ها در گندم تعداد دانه، وزن هزار دانه و عملکرد سنبله را به ترتیب به مقدار ۱۷/۲، ۱۳/۳ و ۲۷/۹ درصد کاهش داد. اظهار شده است در شرایط تنش کم‌آبی، فتوسنتز سنبله می‌تواند مهم‌ترین منبع مواد فتوسنتزی برای پر شدن دانه‌های در حال رشد جو (Sanchez et al., 2003) و گندم دوروم (Tambussi et al., 2007) باشند. ریشک‌ها نیز با توجه به مساحت خود در مقایسه با سطح کل سنبله، در فتوسنتز کل سنبله مشارکت می‌کنند. بسته به مقدار و سطح ریشک‌ها ممکن است سهم آن‌ها در فتوسنتز کل سنبله تا ۱۰ درصد افزایش متغیر باشد. شرایط مناسب نوری برای فتوسنتز، دوره فتوسنتزی طولانی‌تر پس از گرده‌افشانی نسبت به برگ‌ها و نزدیکی آن‌ها به دانه‌های در حال رشد از مهم‌ترین دلایل اهمیت مشارکت ساختار سنبله در پر کردن دانه‌ها هستند (Biscoe et al., 1975). نقش فتوسنتز سنبله در پر شدن دانه‌های گندم بین ۱۲ تا ۴۲ درصد برآورد شده است (Maydup et al., 2010). فتوسنتز سنبله بیشترین سهم نسبی (۹۸/۱۵ درصد) را در پر کردن دانه‌ها داشت همچنین ۱۳/۹، ۱۲/۱ و ۱۱/۹ درصد میانگین سهم نسبی وزن خشک دانه به ترتیب به برگ پرچم، برگ‌های زیر برگ پرچم و ریشک‌ها تعلق داشت (Amid al-Zadeh et al., 2009).

گزارش شده است که سایه‌اندازی کوتاه‌مدت موجب کاهش وزن سنبله‌ها و دانه‌ها می‌شود و سایه‌اندازی طولانی‌تر پس از گرده‌افشانی کاهش بیشتر وزن سنبله‌ها و دانه را در بر دارد (Bonnet and Incoll, 1992). نقش فتوسنتز جاری سنبله طی پر شدن دانه در شکل‌گیری ارقام گندم زاگرس و مرودشت به‌طور میانگین ۴۳ درصد و نقش فتوسنتز جاری کل بوته و برگ‌ها در همین شرایط به ترتیب ۶۸ و ۲۵ درصد گزارش شد (Saeedi et al., 2010). با بررسی ویژگی‌های فتوسنتزی و روابط آبی در سنبله گندم مشخص شد که نمود بهتر سنبله نسبت به برگ پرچم در شرایط کم‌آبی به دلیل محتوی آب نسبی بالاتر، تنظیم اسمزی بهتر و به‌طورکلی خصوصیات تحمل به خشکی بیشتر سنبله است (Tambussi et al., 2007). در مطالعه عبدالهی و سعیدی (Abdoli and Saeidi, 2012) بیشترین وزن دانه در تیمار شاهد و تیمار حذف ریشک و کمترین مقدار صفت مذکور در تیمار سایه-اندازی سنبله (حذف فتوسنتز سنبله) گزارش شد در تحقیقی بر روی ارقام و لاین‌های جو نقش فتوسنتز سنبله در پر کردن دانه‌ها (با متوسط ۲۷/۸ درصد) بالاتر از برگ پرچم (با متوسط ۱۷/۳٪) برگ‌های پایین برگ پرچم (با متوسط ۲۴/۱ درصد) و ریشک (با متوسط ۲۲/۲ درصد) بود (Azhand et al., 2015). محاویه اسدی و همکاران (Mohavieh Assadi et al., 2020) نشان دادند حذف همه برگ‌ها به‌غیراز برگ پرچم در گیاه جو باعث افزایش معنی‌دار عملکرد رقم ریحان نسبت به سایر ارقام در شرایط تنش خشکی شده است.

نتیجه‌گیری نهایی

در این مطالعه در هر دو شرایط محیطی کمترین عملکرد دانه برای دو تیمار محدودیت ناشی از حذف برگ پرچم و پوشش سنبله ثبت شد که نشان‌دهنده نقش دو منبع مذکور در شکل‌گیری عملکرد نهایی در ژنوتیپ‌های موردبررسی بود. تحت شرایط آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی در ژنوتیپ شماره ۳، اختلاف بین تیمار شاهد و تیمارهای محدودیت منابع حذف زیر برگ پرچم، حذف برگ پرچم و حذف نصف سنبله معنی‌دار نبودند، می‌توان نتیجه گرفت ژنوتیپ مذکور از مکانیسم‌های جبرانی مؤثرتری در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها برخوردار بوده است و توانسته است پتانسیل عملکردی خود را تحت شرایط محدودیت منبع حفظ نماید. در این مطالعه لاین‌های پیشرفته موردبررسی برتری معنی‌داری نسبت به ارقام آزادشده جو ازنظر عملکرد دانه و دیگر خصوصیات زراعی نشان ندادند

منابع

Abbate, P.E., Andrade, F.H., Lazaro, L., Bariffi, J.H., Berardocco, H.G., Inza, V.H., Marturano, F., 1998. Grain yields increase in recent Argentine wheat cultivars. Crop Science. 38, 1203-1209.

Abdoli, A., Saeidi, M., Jalali-Honarmand, S., Mansourifar, S., Ghobadi, M.E., 2013. Effect of post-anthesis water deficiency on storage capacity and contribution of stem reserves to the growing grains of wheat cultivars. Plant Knowledge Journal. 2, 99-107.

Abdoli, M., Saeidi, M., 2012. Using different indices for selection of resistant wheat cultivars to post anthesis water deficit in the west of Iran. Annals of Biological Research. 3, 1322-1333.

Ahmadi, A., Joudi, M., Janmohammadi, M., 2009. Late defoliation and wheat yield: Little evidence of post- anthesis source limitation. Field Crops Research. 113, 90-93.

Ahrizad, S., Ahmadi, V., Mohammadi, S.A., 2010. Response of bread wheat recombinant inbred lines to drought stress and their grouping. Journal of Crop Ecophysiology. 4, 67-78. [In Persian with English summary].

Akash, M.W., Al-Abdallat, A.M., Saoub, H.M, Ayad, J.Y., 2009. Molecular and field comparison of selected barley cultivars for drought tolerance. New Seeds. 10, 98-111.

Alam, M.S., Rahman, A.H., Nesa, M.N., Khan, S.K., Siddquie, N.A., 2008. Effect of source and/or sink restriction on the grain yield in wheat. European Journal of Applied Science Research. 4, 258-261.

Amidzadeh, J., Naderi, N., Syadat, S.A., 2009. Assessment of sink limitation and relative shares of different photosynthetic organs of wheat in grain filling. Iranian Journal of Field Crops Research. 7, 555-562. [In Persian with English summary].

Ardalani, M., Saeidi, M., Jalali-Honarmand, S., Ghobadi, M., Abdoli, M., 2012. Evaluation of grain yield and its relationship with remobilization of dry matter in bread wheat cultivars under water deficit stress at the post anthesis. Iranian Dryland Agronomy Journal. 3(2), 173-195. [In Persian with English summary].

Azhand, M., Saeidi, M., Abdoli, M., Khas-Amiri, M., 2015. The impact of source limitations on yield formation, storage capacity and contribution of stem reserves to the growing grains of modern barley cultivars under post-anthesis water deficiency. Plant Knowledge Journal. 4, 13-24

Biscoe, P.V., Scott, R.K., Monteith, J.L., 1975. Barley and its environment. Part III: carbon budget of the stand. Applied Ecology. 12, 269-291

Biswal, A. K., Kohli, A., 2013. Cereal flag leaf adaptations for grain yield under drought: knowledge status and gaps. Molecular Breeding. 31, 749-766.

Blum, A., Sinmena, J., Mayer, G., Shpiler, L., 1994. Stem reserve mobilisation supports wheat grain filling under heat stress. Australian Journal of Plant Physiology. 21, 771-781.

Bonnet, G.D., Incoll, L.D.,1992. The potential pre-anthesis and post-anthesis contributions of stem internodes to grain yield in crops of winter barley. Annals of Botany. 69, 219-225.

Ehdaie, B., Alloush, B. G.A., Madore, M. A., Waines, J. G., 2006. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. Post anthesis changes in internode dry matter. Crop Science. 46, 735-746.

Ehdaiea, B., Alloushb, G.A., Wainesa, J.G., 2008. Genotypic variation in linear rate of grain growth and contribution of stem reserves to grain yield in wheat. Field Crops Research. 106, 34-43.

Emam, Y., Niknejad, M., 2011. An Introduction to the Physiology of Crop Yield. (2nd ed.). Shiraz University Press, Shiraz. [In Persian].

FAO. 2017. Statistical data. www. FAOSTAT. Org.

Golabadi, M., Golkar, P., Bahari, B., 2015. Remobilization assay of dry matter from different shoot organs under drought stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). Agronomy Research. 13, 1202-1214.

Kazemi, H., Naderi, A., Lakzade, O., 2012. Study of effect of resources limitation on the grain yield and yield omponents of six spring wheat genotypes under optimum conditions. Agricultural Knowledge, 3(7), pp. 15-27. [In Persian with English summary].

Khaliq, I., Irshad, A., Ahsan, M., 2008. Awns and flag leaf contribution towards grain yield in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Cereal Research Communications. 36, 65-76.

Koocheki, A., 1994. Crop Production in Dry Region: Cereals, Legumes, Industrial and forage crops (Translated in Persian). Jihad Daneshghahi Mashhad Press. 202p.

Maddah Hoseini, Sh., Poustini, K., Ahmadi A., Tavakol Afshari, R., Rahimi, A., Tavakoli A. 2010. Role of ear photosynthesis and transpiration in sink size determination in barley. Electronic Journal of Crop Production. 3, 107-123. [In Persian with English summary].

Maydup, M.L., Antonietta, M., Guiamet, J.J., Graciano, C., Lpez, J., Tambussi, E.A., 2010. The contribution of ear photosynthesis to grain filling in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Field Crops Research. 119, 48-58.

Minchin, P.E.H., Thorpe, M.R., 1996. What determines carbon partitioning between competing sinks? Journal of Experimental Botany. 47, 1293-1296.

Mohammad Taheri, M., Ahmadi, A., Postini, K., 2010. Response of modern and old wheat cultivars improved to fit moderate, cold and warm climates of Iran to source strength reduction. Iranian Journal of Field Crop Science. 41, 271-280. [In Persian with English summary].

Mohavieh Assadi, N., Bijanzadeh, E., Behpouri A. 2020. Investigation on source size limitation and water stress effects on photosynthetic pigments, enzymatic activity and yield of barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.) Environmental Stresses in Crop Sciences. 13, 357-369

Paknejad, F., Fatemi Rika, Z., Elkaee Dehno, M., 2017. Investigation end season drought effect on yield and yield components of ten barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in Karaj region. Environmental Stresses in Crop Sciences, 10(3), pp. 391-401. [In Persian with English summary].

Saeedi, H., Moradi, F., Jalali Honarmand, S., 2011. Contribution of spike and Leaves photosynthesis and soluble stem carbohydrates remobilization in grain yield formation in two bread wheat cultivars under post-anthesis stress conditions. Seed and Plant Production. 1, 2-27. [In Persian with English summary].

Saeid, M., Ajand, M., 2015. Effects of source limitation and post anthesis water deficiency on grain yield and gas exchange of different barley cultivars. Journal of Crops Improvement. 16, 839-856. [In Persian with English summary].

Saeidi, M., Moradi, F., Ahmadi, A., Spehri, R., Najafian, G., Shabani, A., 2010. The effects of terminal water stress on physiological characteristics and sink- source relations in two bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences. 12, 392-408. [In Persian with English summary].

Sanchez, F.J., De-Andres, E.F., Tenorio, J.L., Ayerbe, L., 2003. Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) subjected to water stress. Field Crops Research. 86, 81-90.

Schnyder, H., 1993. The role of carbohydrate storage and redistribution in the source-sink relation of wheat and barley during grain filling-a review. New phytology. 123, 233-245.

Tambussi, E.A., Bort, J., Guiamet, J.J., Nogues, S., Araus, J.L., 2007. The photosynthetic role of ears in C3 cereals: metabolism, water use efficiency and contribution to grain yield. Critical Review of Plant Science. 26, 1-16.

Yang, J., Zhang, J., Hung, Z., Zhu, Q., Wang, L., 2000. Remobilization of carbon reserves is improved by controlled soil drying during grain filling of wheat. Crop Science. 40, 1645-1655.

Yang, J., Zang, J., 2006. Grain filling of cereals under soil drying. New Phytologist. 169, 223-236.

Zhang, J., Chen, W., Dell. B., Vergauwen, R., Zhang, X., Mayer, J.E., Van den Ende, W., 2015. Wheat genotypic variation in dynamic fluxes of WSC components in different stem segments under drought during grain filling. Frontiers in Plant Science. 6, 1-11.

Zhu, G.X., Midmore, D.J., Radford, B.J., Yule, D.F., 2004. Effect of timing of defoliation on wheat (*Triticum aestivum* L.) in central Queensland. Field Crops Research. 88, 211-226.